

Interceptação da chuva pelas copas das espécies de *Caesalpinia pluviosa* DC. (Sibipiruna) e *Tipuana tipu* O. Kuntze (Tipuana) em arborização urbana

Rainfall interception by the canopies of *Caesalpinia pluviosa* DC. (Sibipiruna) and *Tipuana tipu* O. Kuntze (Tipuana) as urban trees

Luzia Ferreira da Silva¹, Ana Maria Liner Pereira Lima²,
Demóstenes Ferreira da Silva Filho³ e Hilton Thadeu Zarate do Couto⁴

Resumo

No intuito de quantificar a interceptação da água da chuva pelas copas de duas espécies frequentemente utilizadas na arborização urbana da cidade de Piracicaba, SP, um experimento foi conduzido no campus da ESALQ/USP, entre janeiro e fevereiro de 2007. Espécimes de mais de 50 anos de sibipiruna, *Caesalpinia pluviosa* DC. (Fabaceae: Caesalpinoideae), e tipuana, *Tipuana tipu* O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae), foram analisadas para esse estudo. A avaliação foi conduzida com três indivíduos isolados e três indivíduos em grupo para cada espécie, sendo a precipitação interna medida pela coleta da água em recipientes depositados na extremidade e no centro da copa e a precipitação externa medida em campo aberto. A tipuana apresentou maior porcentagem média de interceptação no centro da copa, principalmente em eventos com mais de duas horas de duração e com precipitação maior que 20 mm, tanto em indivíduos isolados como em grupo.

Palavras-chave: Transprecipitação, Espécies tropicais, Árvores urbanas, Tipuana, Sibipiruna

Abstract

In order to quantify rainfall interception by the canopies of two tree species commonly used as urban trees in Piracicaba, Brazil, an experiment was conducted at the campus of "Luiz de Queiroz" College of Agriculture (University of Sao Paulo), between January and February 2007. Individuals aged over 50 years of sibipiruna, *Caesalpinia pluviosa* DC. (Fabaceae: Caesalpinoideae), and tipuana, *Tipuana tipu* O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae), were analyzed. The evaluation was carried out with three isolated individuals as well as with three individuals in group for each species, with the estimation of throughfall done by measuring the water collected in containers deposited by the edges and in the center of the canopy. Tipuana presented higher means of interception in the crown centre, especially for rainfall lasting more than two hours and for precipitations above 20 mm; both for isolated individuals as well as for grouped ones.

Keywords: Transprecipitation, Tropical species, Urban trees, Tipuana, Sibipiruna

INTRODUÇÃO

As copas das árvores exercem grande influência na redução do escoamento superficial pela interceptação da chuva e podem mitigar problemas causados pelas tempestades no meio urbano (SANDERS, 1986), como enchentes e transtornos no trânsito. A redução do escoamento superficial é muito importante no manejo das redes pluviais das cidades, pois ocorrerão menores gastos com manutenção

de galerias e tratamento de poluentes nas redes de distribuição de água e esgoto (XIAO e McPHERSON, 2003).

A interceptação ocorre pelas folhas, pela superfície dos ramos das árvores, reduzindo o escoamento superficial e pelas raízes que crescem e se decompõem, aumentando a capacidade de infiltração de água no solo, como também sua limpeza. Ainda, a cobertura da copa reduz a erosão do solo pela amenização do impacto das gotas das chuvas (XIAO *et al.*, 1998).

¹Bolsista CAPES - Doutoranda em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - Avenida Pádua Dias, 11 - Piracicaba, SP - E-mail: luziafsilva2007@ig.com.br

²Professora Doutora do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - Avenida Pádua Dias, 11 - Piracicaba, SP - E-mail: amplima@esalq.usp.br

³Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - Avenida Pádua Dias, 11 - Piracicaba, SP - E-mail: dfsilva@esalq.usp.br

⁴Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - Avenida Pádua Dias, 11 - Piracicaba, SP - E-mail: htzcouto@esalq.usp.br

Outros fatores também são observados em estudos de intercepção como a arquitetura da copa, área foliar, distribuição do ângulo de inserção da folha e suas características (lisa e pubescente), além de parasitas no caule, que contribuem com a variabilidade na intercepção entre diferentes espécies. Nestes estudos, deve ser considerado o local onde as árvores foram plantadas, pois, em florestas naturais, a arquitetura da copa e o espaçamento entre árvores são diferentes, em relação às árvores plantadas em áreas urbanas, além de fatores micrometeorológicos (XIAO *et al.*, 2000).

Diante dessas observações, constata-se a falta de estudos referentes à intercepção da chuva pelas copas de árvores, principalmente na área urbana e nas condições tropicais, que poderiam propiciar vasto campo de estudos, visando compreender sua contribuição para reduzir as enchentes nas cidades.

A sibipiruna - *Caesalpinia pluviosa* DC. (Fabaceae: Caesalpinoideae) e a tipuana - *Tipuana tipu* O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae) são espécies de porte alto e copas largas, que contribuem no sombreamento e nas condições microclimáticas do local. Elas tiveram alta frequência na cidade de Piracicaba, SP, segundo inventário feito por Lima *et al.* (1994). No entanto, atualmente, verifica-se uma redução dessa frequência e a substituição delas por arbustos, de porte menor, principalmente pela falsa-murta - *Murraya paniculata* (L.) Jack. (Rutaceae).

Dessa forma, neste estudo procurou-se analisar a porcentagem de intercepção da chuva nas copas dessas duas espécies arbóreas e verificar sua eficácia na retenção da água da chuva, considerando o tempo de duração de cada evento e as classes de precipitações, nas condições do Campus da ESALQ/USP.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O município de Piracicaba localiza-se nas coordenadas geográficas de 22° 42' 30" de latitude sul e 47° 38' 00" de longitude oeste de Greenwich, com altitude em torno de 546 m. O clima é do tipo mesotérmico de inverno seco. A precipitação média anual é de, aproximadamente, 1.280 mm, sendo que cerca de 1.000 mm ou 78% do total, caem durante a estação chuvosa, que vai de outubro a março (verão). A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C, enquanto a do mês mais frio é inferior a 18°C.

A coleta de dados para o presente estudo foi efetuada nos meses de janeiro e fevereiro de 2007, no Campus da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Espécies estudadas

A sibipiruna é uma espécie ornamental e com potencial madeireiro. Ela é encontrada, principalmente, na região de Mata Atlântica do Rio de Janeiro, sul da Bahia e no Pantanal Mato-Grossense. A árvore é semidecídua e heliófita, produzindo, anualmente, grande quantidade de sementes. Suas flores são zigomórficas, racemosas terminais, amarelas, dispostas em cachos cônicos e eretos, com ocorrência na primavera. A folhagem cai parcialmente nos meses de inverno e é composta bi-pinadas, sem glândulas no ráquis e de pequenos folíolos. Os frutos são deiscentes de cor bege-claro, tipo legume achatado, com cerca de 3 cm de diâmetro. Seu porte pode chegar até 20 metros de altura, com copa arredondada de aproximadamente 15 metros de diâmetro e seus ramos são ortotrópicos, que crescem verticalmente (HALLÉ *et al.*, 1978; LORENZI, 1992; VIDAL e VIDAL, 1992; ENDRESS, 1994).

A tipuana é nativa da Argentina e da Bolívia e foi introduzida em vários outros países, onde é cultivada como ornamental e é mais comum no sul do Brasil. Tem florescimento na primavera, com cachos de flores amarelo-ouro, de simetria zigomorfa e aroma agradável. Seus frutos são indeiscentes, tipo sâmara, com pericarpo seco e alado, monospermicos e mais frequentes no outono; o tronco é rústico, pronunciado, de casca escura e superfície enrugada. As folhas são compostas pinadas de folíolos ovais que caem no inverno e com pulvinos e estípulas. O porte pode atingir até 25 metros de altura, com copa larga de até 20 metros de diâmetro e seus ramos plagiotrópicos são quase horizontais (HALLÉ *et al.*, 1978; VIDAL e VIDAL, 1992; MARTINS e OLIVEIRA, 2001).

As espécies apresentaram divergências nos modelos de ramificação (ortotrópicos e plagiotrópicos), na estrutura da folha (folíolos pequenos e formato oval), nas flores (terminais e não terminais), nos frutos (deiscente-legume e indeiscente-sâmara) e no caule (superfície menos enrugada e muito enrugada).

Medidas de intercepção

A medida da intercepção da água da chuva pelas copas das árvores foi realizada em seis in-

divíduos de sibipiruna, sendo três isolados (S1, S5 e S6) e três em grupo (S234) e seis indivíduos de tipuana (isolados T1, T5 e T6 e em grupo T234). Os exemplares estavam distribuídos em uma área de 01 ha, aproximadamente, distanciados de 6 a 100 m entre si, sendo avaliados o diâmetro à altura do peito (DAP), o diâmetro e a área da copa.

Os valores da circunferência à altura do peito (CAP), medidos com trena, foram divididos pelo valor de π , para obter o DAP. As medidas do DAP nos indivíduos em grupo foram feitas pela média aritmética dos três indivíduos.

A área da copa foi registrada por meio de imagem aérea de videografia, obtida em agosto de 2005, e também por medição em campo com trena, usando o método do quadrante. Os valores encontrados foram comparados e preferiu-se usar a medida da imagem aérea, pois foi a que melhor representou a área da copa, embora desatualizada. Esses dados foram necessários para o cálculo em milímetro de altura de água, na qual foi dividido o volume coletado com a área foliar.

A precipitação total (PT) e a precipitação interna (PI) foram medidas por meio de baldes colocados sob as copas das árvores ou em campo aberto.

Cada balde tinha sete litros de capacidade, com diâmetro de 23 cm e altura de 22 cm e o volume de chuva coletado era medido imediatamente após cada evento, por provetas graduadas de 100 ml e 1000 ml.

A precipitação total (PT), medida em terreno aberto, foi coletada por cinco baldes distribuídos em área próxima a cada árvore ou no grupo de árvores amostradas com, aproximadamente, 5 a 20 m de distância entre eles. A precipitação interna (PI), que é a chuva que atinge o solo, tanto pelas gotas que passam diretamente pelas aberturas existentes entre as copas, como as que respingam, também foi medida por baldes sob cada copa, sendo cinco baldes colocados em sua extremidade e outros cinco no centro.

Os baldes foram distribuídos aleatoriamente sob a copa de cada árvore, tanto no centro como na extremidade da copa e amparados por estacas de ferro de 30 cm, para mantê-los fixos ao longo do período experimental. O resultado do volume, obtido por meio de proveta graduada, foi registrado em prancheta, meia ou uma hora, após cada evento de chuva. Posteriormente, os valores volumétricos coletados foram tabulados em milímetros de altura de água.

A precipitação em cada condição (isolada ou em grupo) foi estimada pela média aritmética dos cinco baldes colocados em terreno aberto (PT), na extremidade e no centro (PI) das copas.

A interceptação ou perda por interceptação (I) é a água interceptada pelas copas que evapora para a atmosfera, não atingindo o solo e pode ser calculada pela diferença entre a precipitação total (PT) e a precipitação interna (PI).

Análise dos dados

As médias de porcentagens de interceptação pela copa foram analisadas estatisticamente, utilizando a análise de variância e a comparação das médias pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, e submetidos ao programa Statistical Analysis System (SAS 9.1). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatório, nos indivíduos das espécies de tipuana 1 (T1), tipuana grupo (T234), tipuana 5 (T5), tipuana 6 (T6), sibipiruna 1 (S1), sibipiruna grupo (S234), sibipiruna 5 (S5) e sibipiruna 6 (S6) e nos locais de interceptação, como extremidade e centro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram analisados em classes de precipitação total, porque, segundo Llorens *et al.* (1997), assim são obtidos os melhores resultados de interceptação, uma vez que a duração e magnitude das chuvas tem grande efeito na interceptação. Segundo Xiao *et al.* (2000), para entender melhor o processo de interceptação, não há necessidade de uma escala temporal perfeita do tipo de chuva; basta que seja obtida a diferença das medidas de precipitação total e a interna. Dessa forma, na análise do experimento, considerou-se somente o tempo (em minutos) e a precipitação total de cada evento e não a distribuição temporal da intensidade de chuva ao longo dos anos.

Os 31 eventos ocorridos tiveram grande variabilidade de precipitação total, considerando-se o tempo de duração (Figura 1). As maiores precipitações ocorreram no tempo de 65 minutos (17, 23 mm e 20,56 mm), 75 minutos (12,51 mm), 164 minutos (30,82 mm) e 210 minutos (13,64 mm).

Nas chuvas pesadas, de duas horas de duração, a interceptação da chuva é menor, pois aumentam o gotejamento da folha, a precipitação interna e escoamento pelo tronco. A proporção da chuva interceptada pelas copas é limitada pela superfície

de armazenamento, que é fortemente controlada pela arquitetura das copas e pela quantidade de galhos e folhas. Para eventos de maior duração, a copa intercepta somente uma proporção pequena da precipitação e, conseqüentemente, a porcentagem média anual de intercepção decresce (XIAO *et al.*, 1998, XIAO *et al.*, 2000).

Como a porcentagem média de intercepção está diretamente relacionada à arquitetura da copa, procurou-se analisar, no experimento, a precipitação, em função da duração do evento chuvoso, para cada indivíduo nas duas espécies.

Nas tipuanas o centro da copa apresentou maior porcentagem média de intercepção e teve maior destaque nos eventos com tempos de 20, 30, 60 e 78 minutos, com 90,37%, 93,52%, 74,87% e 70,92%, respectivamente (Figura 2). Entretanto, a partir do tempo de 130 minutos (2 horas e 10 minutos), a porcentagem diminuiu, devido à intensidade do evento, mas, em alguns, foi maior que 50% a intercepção, como em 130, 165 e 190 minutos, apresentando 70,41% no centro, 68,88% na extremidade e 60,23%, no centro, respectivamente.

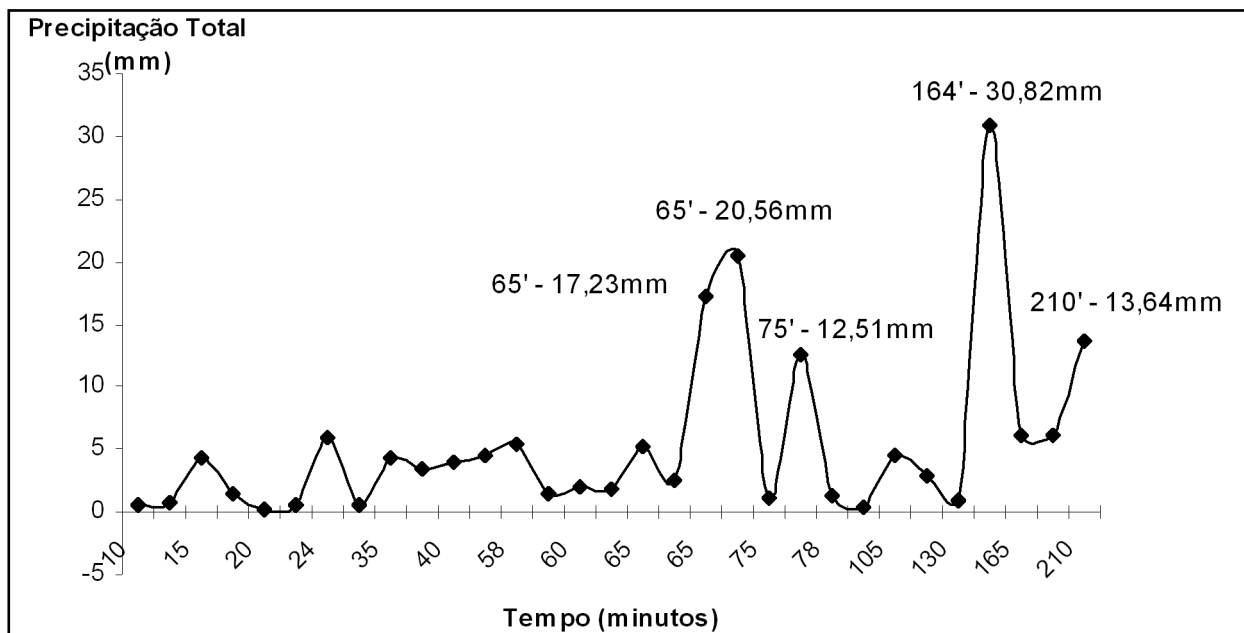


Figura 1. Precipitação total ocorrida em cada tempo, em minutos, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2007, no campus da Esalq/USP – Piracicaba, SP.

Figure 1. Total precipitation occurring per time, in minutes; January and February 2007, at the campus of "Luiz de Queiroz" College of Agriculture (University of Sao Paulo), Piracicaba, Brazil.

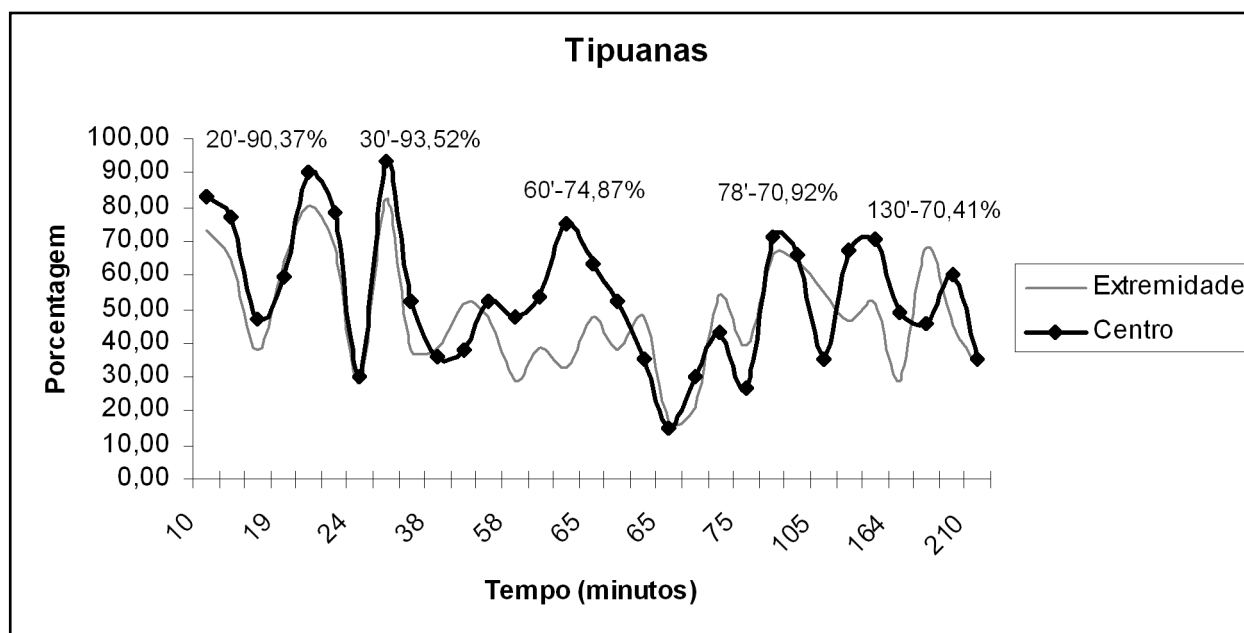


Figura 2. Porcentagem média de intercepção na extremidade e centro da copa, dos indivíduos de tipuana, no tempo, em minutos, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2007, no campus da Esalq/USP – Piracicaba, SP.

Figure 2. Mean percentage of interception at the edges and in the center of the canopy of tipuana individuals, per time, in minutes, during January and February 2007, at the campus of "Luiz de Queiroz" College of Agriculture (University of Sao Paulo), Piracicaba, Brazil.

Em relação aos indivíduos de sibipiruna, as maiores porcentagens de interceptação também foram no centro (20 minutos = 93,26%; 30 minutos = 95,03%; 60 minutos = 70,98% e 78 minutos = 65,39% - Figura 3). Embora os indivíduos de sibipiruna apresentassem maior porcentagem de interceptação do que os indivíduos de tipuana, nos eventos de 20 e 30 minutos, depois de 60 minutos, houve um decréscimo dessa interceptação, diferentemente do que ocorreu na tipuana. Após duas horas, apenas no tempo de 130 minutos ocorreu porcentagem maior que 50%, tanto no centro como na extremidade dos indivíduos de sibipiruna.

Diante dessas observações, é prematuro afirmar qual espécie interceptou mais, uma vez que, o tempo de duração da chuva influi na interceptação, assim como, também, a quantidade de precipitação total.

No experimento em questão, houve muitos eventos com intensidades baixas, menores que 2,5 mm, como são notados na Tabela 1, porém, foi possível verificar uma porcentagem média de interceptação, em todas as intensidades.

Existe ainda, uma diferença de interceptação entre árvores isoladas e em grupo, que pode ser considerada similar à área urbana e área rural, ou mesmo em área florestal, respectivamente.

Xiao *et al.* (1998), na cidade de Sacramento, Califórnia (Estados Unidos), observaram que, em 30 eventos de tempestade de verão, a maioria (16) teve intensidade menor que 6,2 mm, sendo observada interceptação de 36% nas copas das árvores, na área rural e 18%, em área urbana. Os

autores atribuíram essa diferença de interceptação ao porte das árvores, pois na área rural, 55% eram de grande porte (altura > 15 m) e com índice de área foliar de 6,1, enquanto que as árvores da cidade, 58% eram de tamanho médio (altura entre 10 e 15 m) e índice de área foliar de 3,7.

Segundo McPherson (1998), as florestas urbanas estão em condições bem distintas da área rural, pois há poucas árvores por unidades de área, a média do diâmetro à altura do peito é maior, existe grande diversidade de espécies com diferentes padrões fenológicos e elevada variação espacial na cobertura da copa.

Em outro trabalho, XIAO *et al.* (2000), analisaram 38 eventos, no período de 1996 a 1997, onde 3 foram considerados grandes (chuva maior que 38 mm) e 20 pequenos (chuva menor que 3,17 mm). Para os autores, a intensidade da maioria dos eventos coletados foi realmente pequena (menor que 2 mm), o que resultou maior interceptação no início, devido ao processo inicial de umedecimento das folhas das copas.

Ao analisar os indivíduos separadamente, constatou-se que a porcentagem média de interceptação foi maior (78,73%) nos indivíduos S1, na extremidade da copa e T234 (80,94%), no centro, na classe de precipitação total de 0 a 2,5 mm, (Tabela 1); contudo, a quantidade em água interceptada não alcançou 1 mm, enquanto que, para outras classes, a quantidade foi maior, o que pode servir de base para determinar o valor econômico de água armazenada pela superfície da copa, em lugares onde ocorrem enchentes mais frequentes.

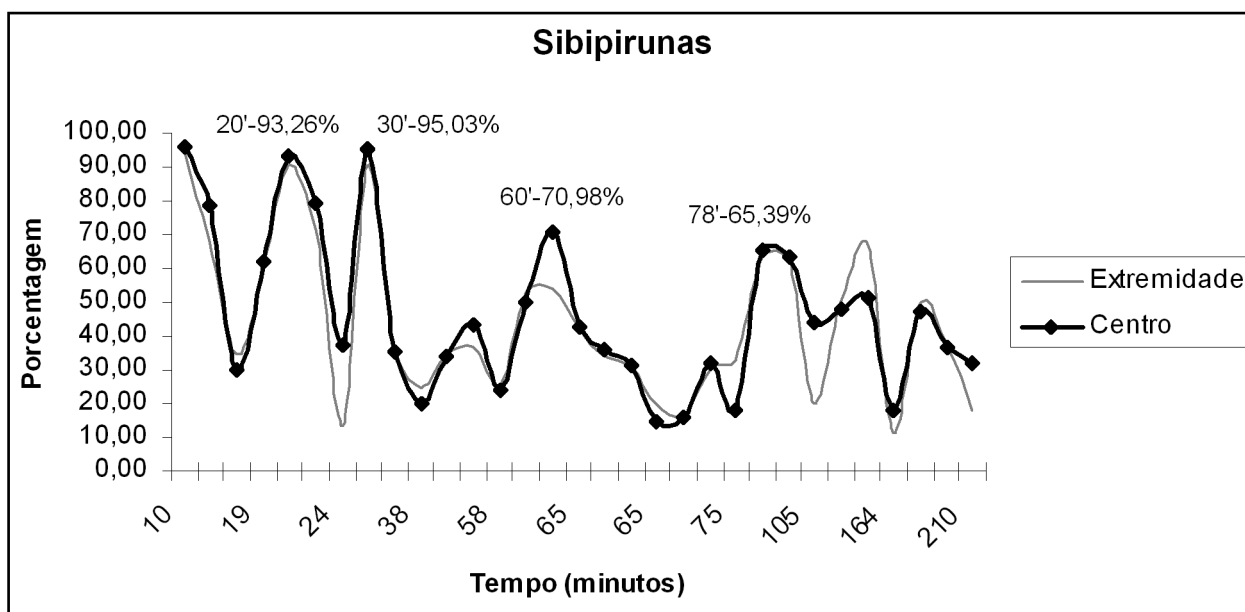


Figura 3. Porcentagem média de interceptação na extremidade e centro da copa, dos indivíduos de sibipiruna, no tempo, em minutos, durante os meses de janeiro a fevereiro de 2007, no campus da Esalq/USP – Piracicaba, SP.

Figure 3. Mean percentage of interception at the edges and in the center of the canopy of sibipiruna individuals, per time, in minutes; January and February 2007, at the campus of "Luiz de Queiroz" College of Agriculture (University of Sao Paulo), Piracicaba, Brazil.

Tabela 1. Porcentagem média de intercepção e dados em milímetros pelas copas de sibipiruna isolada (S1, S5 e S6) e em grupo (S234) e tipuana isolada (T1, T5 e T6) e em grupo (T234), no período de janeiro a fevereiro de 2007, no campus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, SP.

Table 1. Mean percentage of rainfall interception in millimeters per canopy of separate sibipiruna trees (S1, S5 e S6) and those in group (S234); and separate tipuana (T1, T5 e T6) trees and those in group (T234); January and February 2007, at the campus of “Luiz de Queiroz” College of Agriculture (University of Sao Paulo), Piracicaba, Brazil.

Classes de PT	Frequência	Espécies	Intercepção			
			Extremidade		Centro	
mm			%	mm	%	mm
0 - 2,5	13	T1	53,48	0,49	61,43	0,63
		T234	62,15	0,57	80,94	0,84
		T5	63,42	0,62	72,06	0,71
		T6	63,04	0,60	70,10	0,74
		S1	78,73	0,68	71,65	0,61
		S234	59,92	0,52	57,14	0,47
		S5	63,18	0,57	72,82	0,67
		S6	58,67	0,44	69,20	0,53
2,5 – 5,0	8	T1	42,81	1,66	36,76	1,42
		T234	53,60	1,97	51,49	1,96
		T5	32,51	1,20	51,89	1,93
		T6	52,79	2,08	41,26	1,60
		S1	52,98	1,97	36,97	1,40
		S234	28,20	1,16	21,52	0,88
		S5	29,20	1,02	44,74	1,56
		S6	22,94	0,89	39,74	1,05
5,0 – 10,0	5	T1	39,60	2,40	40,69	2,41
		T234	49,79	3,24	41,34	2,56
		T5	44,41	2,24	57,78	2,92
		T6	32,61	1,75	48,65	2,52
		S1	43,62	2,64	29,96	1,83
		S234	20,42	1,38	33,46	2,25
		S5	33,64	1,78	44,58	2,37
		S6	30,28	1,80	36,97	2,16
10,0 – 20,0	3	T1	69,20	9,24	26,31	3,90
		T234	16,96	2,43	28,11	4,00
		T5	14,81	2,00	24,32	3,28
		T6	18,57	2,77	24,02	3,10
		S1	54,96	7,57	15,40	2,22
		S234	9,96	1,51	19,36	2,71
		S5	12,80	1,74	23,48	3,24
		S6	16,51	2,62	27,92	4,36
20,0 – 31,0	2	T1	54,28	14,14	60,54	15,28
		T234	14,19	3,35	17,36	3,91
		T5	13,23	2,77	63,91	18,26
		T6	17,30	4,49	16,55	3,81
		S1	15,84	3,84	30,93	8,29
		S234	15,25	3,81	6,11	1,54
		S5	17,01	4,02	14,37	3,19
		S6	7,94	2,31	17,14	5,07

Para a classe de 2,5 a 5,0 mm, a intercepção foi maior (53,60%) para T234, na extremidade e T5 (51,89%), no centro da copa, enquanto que, para as demais classes a porcentagem de intercepção foi menor que 50% o que, segundo Jackson (1971), acontece em chuvas fortes acima de 20 mm.

Entretanto, na classe de precipitação de 20,0 a 31,0 mm, os indivíduos T1 (centro e

extremidade) e T5 (centro) apresentaram mais da metade da porcentagem de intercepção (Tabela 1).

Dessa forma, os indivíduos de tipuana tiveram maiores porcentagens de intercepção em relação aos indivíduos de sibipiruna, principalmente em eventos com mais de 2 horas de duração (Figuras 2 e 3) e com classe de precipitação maior que 20,0 mm (Tabela 1).

Nota-se também que os indivíduos de sibipiruna obtiveram os menores valores de DAP em relação aos de tipuana, com exceção do indivíduo S6 (Tabela 2). No entanto, apresentou menor diâmetro e área da copa, em virtude de seus galhos apresentarem-se quebrados pelo vento, além dos valores mais baixos de média de porcentagem de interceptação, conferidos na Tabela 1.

Tabela 2. Diâmetro à altura do peito (DAP), diâmetro e área da copa, durante o período de janeiro e fevereiro de 2007, no campus da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba/SP, das espécies isoladas e em grupo de tipuana e sibipiruna.

Table 2. Diameter at breast height (DBH), diameter and crown area; January to February 2007, at the campus of the College of Agriculture "Luiz de Queiroz", in Piracicaba, Brazil, for isolated and grouped trees of tipuana and sibipiruna.

Espécies	DAP	Copa (m ²)	
	(m)	Diâmetro	Área por videografia
S1	0,75	16,04	165,78
S234	0,36	20,98	249,5
S5	0,76	21,12	266,46
S6	0,81	12,83	87,64
T1	0,87	17,49	215,31
T234	0,64	35,4	764,2
T5	0,7	18,29	202,53
T6	1,12	21,84	326,75

De acordo com Xiao e McPherson (2003), árvores adultas, com classes de DAP maiores que 0,30 m, tiveram maiores valores de interceptação, principalmente a *Liquidambar styraciflua* L., que apresentou 70% de interceptação, com desfolhamento no inverno e no período chuvoso.

Nas nossas condições climáticas, os valores de interceptação foram bem significativos, aproximando-se dos valores obtidos por Xiao e McPherson (2003).

Quando houve aumento em mm na quantidade de precipitação, constatou-se que a porcentagem de interceptação diminuiu 40,89%, na extremidade e 55,65%, no centro da copa de tipuanas e 21,51%, na extremidade e 25,31% no centro de sibipiruna. Esses resultados somente confirmam os dados dos trabalhos já realizados que, com aumento da precipitação, ocorre uma redução na interceptação, e podem ser utilizados como referência para analisar enchentes locais.

Pelo teste estatístico, verificou-se que todas as tipuanas tiveram média de interceptação maior que sibipiruna, com exceção da S1, na Tabela 3. Esse fato também foi observado na Tabela 1, na extremidade da copa, em classe de precipitação de 0 a 2,5 mm. Essa variação do indivíduo de

sibipiruna (S1) pode estar relacionada com a quantidade de área foliar, a fenologia (semidecídua), a posição dos ramos e a localização, o que demanda um outro estudo, futuramente.

Tabela 3. Porcentagem média de interceptação pelas copas de sibipiruna isolada (S1, S5 e S6) e em grupo (S234) e tipuana isolada (T1, T5 e T6) e em grupo (T234), no período de janeiro e fevereiro de 2007, no campus da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba/SP.

Table 3. Mean percentage of rainfall interception per crown of isolated sibipirunas (S1, S5 e S6) and grouped ones (S234); and in isolated tipuanas (T1, T5 e T6) and grouped ones (T234); January and February 2007, campus of "Luiz de Queiroz" College of Agriculture (University of Sao Paulo), Piracicaba, Brazil.

Sibipiruna	Média	Tipuana	Média
S1	3,83 a	T234	3,80 a
S5	3,66 a	T1	3,74 a
S6	3,48 a b	T6	3,73 a
S234	3,29 b	T5	3,65 a
Teste F	3,72	Teste F	1,64
p>F	0,0008	p>F	0,1237
CV %	21,41	CV %	21,70
Média Geral	3,56	Média Geral	3,73

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Means followed by the same letters, in column did not differ significantly by Tukey test at 5% of probability.

Quanto aos indivíduos de tipuana, a maior porcentagem média de interceptação pode estar relacionada com a quantidade de área foliar presente na copa, a qual na cidade de Piracicaba é o ano todo (perenifolia); com a quantidade e posição dos galhos mais na horizontal e pela presença de tronco áspero. Semelhante fato foi observado por XIAO *et al.* (2000), onde a espécie *Quercus suber* L., obteve maior interceptação do que *Pyrus calleryana* Dcne., devido às suas folhas terem orientações mais ou menos verticais e aprisionou mais água; ao tronco áspero, que providenciou grande superfície de armazenamento de água e a condição de ser perenifolia.

Nas tipuanas não houve diferença significativa, pois, tanto os indivíduos em grupo como os isolados tiveram o mesmo comportamento, com maior média apresentada pelos indivíduos em grupo (T234), enquanto que, nos indivíduos de sibipiruna houve variação, com menor média para o grupo (S234) (Tabela 3).

Para tanto, a porcentagem e a média de interceptação, para os indivíduos em grupo, podem estar relacionadas com a espécie, pois cada uma apresentou comportamento específico.

As sibipirunas isoladas (S1 e S5) e tipuanas em grupo (T234) apresentaram melhor média

Tabela 4. Porcentagem média de intercepção pelas copas de sibipiruna isolada (S1, S5 e S6) e em grupo (S234) e tipuana isolada (T1, T5 e T6) e em grupo (T234), no centro e extremidade da copa, durante o período de janeiro a fevereiro de 2007, no campus da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba/SP.

Table 4. Mean percentage of rainfall interception per canopy of isolated sibipiruna (S1, S5 e S6) and grouped ones (S234); and in isolated tipuana (T1, T5 e T6) and grouped ones (T234), at the edges and in the center of the canopy; January and February 2007, at the campus of "Luiz de Queiroz" College of Agriculture (University of Sao Paulo), Piracicaba, Brazil.

Sibipiruna				Tipuana			
Centro		Extremidade		Centro		Extremidade	
Indiv.	Média	Indiv.	Média	Indiv.	Média	Indiv.	Média
S5	3,81 a	S1	3,96 a	T5	3,97 a	T234	3,75 a
S1	3,69 a b	S5	3,51 a b	T234	3,85 a	T1	3,74 a
S6	3,67 a b	S234	3,39 b	T6	3,80 a	T6	3,66 a
S234	3,19 b	S6	3,30 b	T1	3,74 a	T5	3,33 a
Teste F	3,82	Teste F	4,82	Teste F	0,75	Teste F	1,31
p>F	0,00117	p>F	0,0033	p>F	0,5242	p>F	0,2752
CV %	21,74	CV %	21,05	CV %	16,28	CV %	26,49
Média Geral	3,59	Média Geral	3,54	Média Geral	3,84	Média Geral	3,62

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Means followed by the same letters, in column did not differ significantly by Tukey test at 5% of probability.

de porcentagem de intercepção (Tabela 3), o que comprova os dados discutidos anteriormente sobre a porcentagem média de intercepção (Tabela 1), na qual, para classe de precipitação total de 0 a 2,5 mm, a maior intercepção ocorreu nos indivíduos S1, na extremidade da copa e T234, no centro, enquanto que, para a classe de 2,5 a 5,0 mm, foi para T234, na extremidade e T5, no centro da copa.

Para uma melhor observação desses dados foi necessário analisar as médias de intercepção, tanto na extremidade como no centro da copa (Tabela 4) e verificou-se que a maior média de intercepção, em sibipiruna, ocorreu na extremidade, somente no indivíduo S1 e a maioria, no centro, principalmente em S5, o que comprova a observação feita anteriormente, para a porcentagem média de intercepção, no indivíduo S1.

Nas tipuanas ocorreu maior média de intercepção no centro da copa, no indivíduo T5 e, na extremidade da copa, nos indivíduos de T234 (Tabela 4); embora não se tenha notado diferença significativa entre os indivíduos, foi similar a observação, com a porcentagem média de intercepção para essa espécie.

CONCLUSÃO

Os indivíduos de tipuana, isolados e em grupo, apresentaram maior porcentagem média de intercepção no centro da copa, principalmente em eventos com mais de 2 horas e 10 minutos de duração e com precipitação maior que 20,0 mm. Somente um indivíduo de sibipiruna apresentou intercepção maior na extremidade da copa.

A porcentagem média de intercepção no centro da copa das árvores de tipuanas pode estar relacionada com a arquitetura das copas, pois os galhos se apresentam mais posicionados na horizontal, fato não observado em sibipirunas que se apresentam mais posicionados na vertical.

O tronco mais áspero, enrugado e com fissuras das tipuanas pode ter contribuído no armazenamento de água, além da presença de parasitas, que é tão comum nesta espécie.

A tipuana e a sibipiruna podem contribuir na intercepção com maior eficácia, pois apresentam as copas sem desfolhamento na época de tempestades tropicais.

Entretanto, existe certa rejeição ao plantio destas espécies pelos moradores e Órgãos Públicos, porque segundo estes, a tipuana e a sibipiruna causam danos em calçadas e encanamentos, acidentes com fiação elétrica e custos com podas. Porém, estes entraves podem ser amenizados com o manejo adequado, como por exemplo, o plantio em calçadas com espaço correto de um metro cúbico por cova, além de considerar a permeabilidade do solo na área plantada, que ajuda na formação das raízes superficiais. Outra sugestão é trocar a fiação convencional, que requer área maior de poda da copa, por uma fiação compacta que reduz esta área ou ainda a fiação subterrânea.

Portanto, é necessário e urgente rever-se o tipo de manejo que tem sido oferecido a essas espécies nas áreas urbanas, visto estarem sendo praticamente, dizimadas, perdendo-se, com isso, potencial contribuição ao meio ambiente, na amenização da grande quantidade de água de chuva, que escoia pelas ruas e avenidas, causadora de inúmeros transtornos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que contribuiu com apoio financeiro para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 511p.
- HALLÉ, F.; OLDMAN, R.A.A.; TONLINSOM, P.B. **Tropical trees and forest: an architectural analysis**. Berlin: Springer Verlag, 1978. 200p.
- JACKSON, I.J. Problems of throughfall and interception assessment under tropical forest. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.12, p.234-254, 1971.
- LIMA, A.M.L.P.; COUTO, H.T.Z.; ROXO, J.L.C. Análise das espécies mais frequentes da arborização viária, na zona urbana central do município de Piracicaba, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2.; ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Prefeitura Municipal de São Luís, 1994. p.555-578.
- LLORENS, P.; POCH, R.; LATRON, J.; GALLART, F. Rainfall interception by a *Pinus sylvestris* forest patch overgrown in a Mediterranean mountainous abandoned area: 1- monitoring design and results down to the event scale. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.199, p.331-345, 1997.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. p.148.
- MARTINS, M.A.G.; OLIVEIRA, D.M.T. Morfo-anatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.1, p.109-121, 2001.
- McPHERSON, E.G. Structure and sustainability of Sacramento's urban forest. **Journal of Arboriculture**, Davis, v.24, n.4, p.174-190, 1998.
- SANDERS, R.A. Urban vegetation impacts on the hydrology of Dayton, Ohio. **Urban Ecology**, New York, v.9, p.361-376, 1986.
- VIDAL, W.N.; VIDAL, M.R.R. **Botânica organografia**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1992. p.114.
- XIAO, Q.; McPHERSON, E.G. Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. **Urban Ecosystems**, Davis, v.6, p.291-302, 2003.
- XIAO, Q.; McPHERSON, E.G.; SIMPSON, J.R.; USTIN, S.L. Rainfall interception by Sacramento's urban forest. **Journal of Arboriculture**, Davis, v.24, n.4, p.235-244, 1998.
- XIAO, Q.; McPHERSON, E.G.; USTIN, S.L.; GRISMER, M.E.; SIMPSON, J.R. Winter rainfall interception by two mature open-grow trees in Davis, California. **Hydrological Processes**, Davis, v.14, p.763-784, 2000.

Recebido em 20/11/2007

Aceito para publicação em 05/02/2009

